

Niveles de selección y la cuestión ontológica acerca de las jerarquías biológicas



EUGENIO ANDRADE^{*}
DAVID FAJARDO CHICA^{**}

Resumen

El presente artículo presenta el debate que tuvo lugar en las últimas décadas del siglo XX sobre los niveles de selección y señala una ruta de trabajo al respecto. Se destacan tres momentos. Primero presentaremos en líneas generales el llamado 'problema de los niveles de selección' que consiste en la pregunta: ¿En cuáles niveles de la jerarquía biológica actúa la selección natural? En segundo lugar mostraremos cómo la discusión en torno de esta pregunta tiene un componente ontológico importante y cómo la definición clara de las entidades en juego y las condiciones de selección permitirá avanzar en la resolución del problema. Finalmente, examinaremos la relación entre los diferentes niveles de la organización biológica para concluir

^{*}. Químico. Magister en Genética Molecular. Profesor Asociado y director del grupo de investigación en Biología Teórica, Molecular y Evolutiva. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). E-mail: leandrade@unal.edu.co

^{**} Filósofo de la Universidad del Valle. Miembro co-investigador de Mentis, grupo de investigación en Filosofía de la Mente y Ciencias Cognitivas, adscrito al Departamento de Filosofía de la Universidad del Valle y clasificado por Colciencias en la categoría A. E-mail david.fajardo@gmail.com

con una reflexión acerca de las jerarquías biológicas y los criterios de legitimación de éstas. De esta manera se señala una vía para abordar el problema hoy en día.

Palabras clave

Niveles de selección, evolución biológica, jerarquías, ontología, filosofía de la biología.

Abstract

This paper contains a revision of the debate on the levels of natural selection in the last decades of XXth century and suggest a manner of approaching it. First we discuss in general terms the "levels of selection problem" that involves the question: On which level of biological hierarchies does selection occurs? In a second point we show the ontological component of this subject and how the definition of the entities and the selection conditions allow advance in the resolution of problem. Finally we examine the relation among the levels of biological organization to conclude with a consideration about biological hierarchies and its legitimation.

Key words

Levels of selection, biological evolution, hierarchies, ontology, philosophy of biology.

Introducción

La historia de las ciencias biológicas se partió en dos en 1859 con la aparición de *El origen de las especies*, texto en el que Charles Darwin argumentó a favor de la evolución biológica al proponer como mecanismo predominante para el cambio evolutivo la selección natural. La selección natural no es otra cosa que

la supervivencia diferencial de organismos que tienen características que los hacen más aptos al entorno en el que se encuentran.

El concepto de selección natural fue el aspecto más revolucionario y polémico del texto de Darwin, además de ser el último aspecto de la evolución darwiniana que se aceptó (Mayr 2006, p. 145). Su ingreso definitivo a las ciencias biológicas se dio a partir de Fisher y Wright en las primeras décadas del siglo XX, cuando la evolución biológica se constituyó en una teoría científica formalizable gracias a la síntesis entre la genética de poblaciones y el mecanismo darwiniano de la selección natural.

El problema de los niveles de selección lo podemos rastrear hasta los trabajos de Darwin, ya que desde esa segunda mitad del siglo XIX hasta nuestra época el presente ha figurado en las discusiones teóricas de la biología. El problema puede resumirse en la pregunta: ¿A qué niveles de la jerarquía biológica actúa el mecanismo de selección natural: a nivel de los organismos, genes, poblaciones, u otro nivel?

Este problema tiene su raíz en dos cuestiones fundamentales: a) el mecanismo de la selección natural, tal y como lo presentó Darwin, es susceptible de describirse en términos esquemáticos (Lewontin 1970, Maynard-Smith 1987) y b) el mundo viviente se nos presenta organizado de manera jerárquica. Así pues es concebible pensar que la supervivencia diferencial ocurre en cualquiera de los niveles de una jerarquía biológica.

Desde la aparición de *El Origen de las Especies* quedó establecido que las entidades protagonistas de los procesos evolutivos son los organismos (en tanto que individuos), pero esta posición fue desafiada por las teorías de la selección de grupo. Uno de los resultados de estas discusiones, protagonizadas por filósofos y biólogos en la mitad

del siglo XX, fue el percatarse de la urgencia de dar parámetros para la predicación de existencia a ciertas entidades naturales. Hay fenómenos en la naturaleza que podrían ser considerados como epifenómenos y otros como existentes en sí mismos, pero si se demostrara que alguno de ellos es objeto de la selección natural se le consideraría como existente propiamente tal y no reducible a niveles inferiores. La aplicabilidad del criterio de selección natural resolvería el problema ontológico. Los parámetros que se habían usado con anterioridad, basados en una percepción relativa a nuestra escala de observación resultaron ser insatisfactorios, así que fueron muchos los esfuerzos por definir qué sería una *unidad*, un *nivel*, un *individuo*, etc., en el intento de elaborar un esquema teórico sólido. La discusión de las distintas posiciones evidenció que unos y otros argumentaban a favor de uno u otro nivel biológico, defendiendo cada cual el propio como “el nivel importante”, o el “nivel real”, menospreciando los otros niveles al calificarlos de “meros epifenómenos”. En este artículo argumentamos a favor de una mirada que ha sido llamada metafísica pero que para efectos de este trabajo llamaremos ontológica, puesto que giraremos en torno a una pregunta fundamental: ¿Qué entidades vamos a identificar como existentes e importantes para los procesos evolutivos? Al tratarse de una pregunta acerca de lo que hay, de lo que existe, de lo que *es*, consideramos que puede llamarse en pleno derecho ontológica.

Para hacer evidente el problema ontológico en el primer numeral

se recreará la discusión sobre los *niveles de selección* acaecida con más fuerza en la segunda mitad del siglo veinte y se presentarán las posiciones más representativas del debate. En el segundo se mostrará cómo tras esa discusión se encuentra un problema ontológico, para ello se rastrearán las denuncias del filósofo norteamericano David Hull acerca de las jerarquías usadas hasta el momento y de qué manera se habían establecido sobre un criterio débil de existencia como es el perceptivo. En el tercero se hará una reflexión acerca de la importancia de abandonar la ontología utilizada en la discusión, y en su lugar adoptar un pensamiento jerárquico que nos permita tener una visión diacrónica sobre la vida en la tierra. Para entender dicho cambio reflexionaremos acerca de qué es una jerarquía y de qué manera se deben establecer jerarquías para que obedezcan a criterios más sólidos.

Como resultado final, tendremos que el problema de los niveles de selección implica al menos una pregunta ontológica interesante, de la que se desprenden otras que deben ser solucionadas antes de que podamos dar el problema por resuelto.

El debate sobre las unidades de selección

En 1970 Richard Lewontin publica un artículo titulado “The Units of Selection” donde pueden rastrearse los lineamientos que siguió la discusión acerca de la unidad que era objetivo de la selección natural. En él Lewontin señaló tres principios que él considera están encarnados en el esquema darwiniano.¹

¹ Sorprende la similaridad de los tres rasgos propuestos por Lewontin con el intento de Maynard Smith (1987) de colocar en términos abstractos la evolución darwiniana. Así Maynard-Smith identifica tres rasgos también (Maynard-Smith citado en Szathmáry 1999):

Multiplication: Entities should give rise to more entities of the same kind

Heredity: Like begets like; A-type entities produce A-type entities; B-type entities produce B-type entities, etc.

Variability: Heredity is not exact; occasionally A-type objects give rise to A' type objects (it may be $A' = B$).

(Szathmáry 1999, p. 31)

La diferencia central entre los dos modelos es la ausencia del papel del *fitness* en el modelo de Maynard-Smith. Consideramos que toda abstracción de un proceso evolutivo debe tener en cuenta este rasgo ya que la supervivencia diferencial (consecuencia de la diferencia de *fitness*) es central en la caracterización de la selección natural darwiniana. De esta manera, aunque se presenten los dos, la abstracción de Lewontin nos resulta más completa.

- a) Different individuals in a population have different morphologies, physiologies, and behaviors (phenotypic variation)
- b) Different phenotypes have different rates of survival and reproduction in different environments (differential fitness)
- c) There is a correlation between parents and offspring in the contribution of each to future generations (fitness is heritable)

(Lewontin 1970, p. 1)

Si estas tres características se pueden aplicar a un determinado nivel de la organización biológica, se puede afirmar que a dicho nivel opera la selección. Si el organismo presenta características diferenciales que lo hacen más o menos apto para tener descendencia, y si estos rasgos se heredan generación por generación, es a nivel del organismo que la selección opera; pero si una población –un panal, por ejemplo– se diferencia de otras poblaciones haciéndola más o menos exitosa que las poblaciones competidoras cercanas, y estas características se coheredan por su descendencia, entonces se puede afirmar que la selección tiene lugar a nivel de grupo. El nivel en el que se encuentre ‘variabilidad heredable diferencialmente’, es el nivel en el que opera la selección natural.

Después de esta caracterización del “esqueleto lógico” (Lewontin 1970, p. 1) del argumento darwiniano, fueron numerosos los intentos de establecer cuáles eran las unidades favorecidas por la selección natural y en donde la atención del biólogo debía centrarse. Es de resaltar que para entonces las propuestas resultaban excluyentes. En esta primera instancia de la discusión quienes defendían un nivel de selección lo hacían negando los otros niveles posibles. Como lo señala Samir Okasha: “The problem with

this formulation is that it takes the existence of the biological hierarchy for granted, as if hierarchical organisation is simply an exogenously given fact about the organic world” (Okasha 2003, p. 3).

El no tener en cuenta la interacción entre los diversos niveles de la jerarquía biológica hace impensable las propuestas de la selección multi-nivel que se adelantan en la actualidad. A continuación se revisarán de manera breve algunos adelantos que se hicieron en la búsqueda del nivel de selección con el ánimo de esbozar las principales posiciones que se encontraban sobre la mesa. No es de sorprender que las posiciones no estén estrictamente delimitadas ya que cada propuesta surgía como respuesta o ataque a otra.

Selección de organismos

El concepto “selección natural” propuesto por Charles Darwin en 1859, está ligado fuertemente con la selección de organismos puesto que se derivó de una extrapolación de la selección artificial realizada con el fin de obtener nuevas razas. En *El Origen de las Especies por Selección Natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*, el autor muestra de forma sistemática y ordenada un mecanismo por el que a) hay diversidad de especies, y b) adaptación de las especies al medio ambiente. Dicho mecanismo se conoce como ‘selección natural’.

Los historiadores de la biología señalan numerosas fuentes de las que Darwin posiblemente bebió, Ernst Mayr (1988, 1998) anota que una primera gran fuente fueron los ensayos sobre la población de Malthus. El economista inglés había mostrado cómo las poblaciones humanas pueden aumentar en potencia exponencialmente, de manera geométrica, mientras que los recursos que necesitan para

sobrevivir, alimento y espacio, solo aumentan de manera aritmética. Lo que trae como consecuencia que no todos disfrutarán de dichos recursos y la mayoría morirán. Esta idea de Malthus fue adaptada al mundo natural y transformada en la idea de “lucha por la existencia”:

“La lucha por la existencia resulta inevitable de la elevada proporción en que tienden a aumentar todos los seres orgánicos, [...] de aquí que, como se producen más individuos que los que pueden sobrevivir, tiene que haber en caso una lucha por la existencia, ya de un individuo con otro de la misma especie o con individuos de especies distintas, ya con las condiciones físicas de la vida. *Es la doctrina de Malthus aplicada* [la cursiva es nuestra] [...] al conjunto de los reinos animal y vegetal” (Darwin 1859/1983).

Selección de grupos

La selección de organismo tiene algunas dificultades que debe superar, una de ellas es la pregunta sobre cómo ha sido posible que evolucionen rasgos que claramente *perjudican* al organismo en particular, pero benefician al grupo (manada, bandada, banco, etc.) al que pertenece. Un ejemplo de este tipo de rasgos es la existencia de las castas estériles dentro de los hormigueos. Si la selección favorece a los individuos más aptos a su medio y las variaciones de estos son las que pasarán a la próxima generación, ¿cómo es posible que evolucione la esterilidad, si esta característica impide la reproducción de dichos organismos?

La explicación evolutiva de las castas estériles desde la perspectiva

de la selección de organismos partiría de tomarlas como un rasgo favorable para la parentela, ya que le sirve y ayuda en su éxito reproductivo. De esta manera las hormigas que tuvieran como descendencia hormigas estériles tendrían cierta ventaja frente a las que no, ventaja que la selección natural retendría.

Pero había otra opción, negar que el organismo es el nivel en que la selección natural actúa, planteando que actúa a nivel de grupo. En 1962, el especialista en gallos salvajes Wynne-Edwards, acuñó el término “selección de grupo” afirmando que lo seleccionado en el proceso de selección natural son los grupos diferenciados. Los rasgos expuestos por sus integrantes son los que hacen que un grupo sea más apto o menos apto. Un grupo cuyos individuos estén dispuestos o programados para sacrificarse por los demás miembros,² por ejemplo, es un grupo con una mayor expectativa de supervivencia, de tal modo que un grupo con una mayor solidez como el anterior sería favorecido por la selección natural.

Selección de genes

Los planteamientos a favor de la selección de grupo en los términos³ antes expuestos fueron rebatidos por George Williams y Richard Dawkins quienes mostraron su principal falencia:

“Even in the group of altruists, there will almost certainly be a dissenting minority who refuse to make any sacrifice. If there is just one selfish rebel, prepared to exploit the altruism of the rest, then he, by definition, is more likely than they are to survive and have children. Each of these children will tend

2 El término con el que se recogen todos estos rasgos comportamentales que benefician al grupo pero perjudican al organismo particular que los exhibe es rasgos altruistas.

3 En la actualidad, la teoría de la selección de grupos se defiende como parte de la selección multinivel, además de haber contado con los desarrollos teóricos de Sober, Wilson, Vrba, Gould, etc. Para el presente trabajo esos desarrollos no son tenidos en cuenta ya que no se ubican dentro del rango temporal y la discusión estudiada.

to inherit his selfish traits. After several generations of this natural selection, the 'altruistic group' will be over-run by selfish individuals, and will be indistinguishable from the selfish groups" (Dawkins 1976/1999, p. 8).

Dentro de esta posición, los organismos son fenómenos temporales, como nubes en el aire o tormentas de arena en el desierto, mientras que los genes, como los diamantes, son eternos (cfr. Grene y Depew 2004, p.270). El gen como unidad de selección solo "busca" su propia propagación, de allí que Dawkins (1976/1999) utilice la palabra *egoísmo*, como metáfora en su célebre libro *El Gen Egoísta*. Pero el 'egoísmo' del gen no tiene por qué verse reflejado en los organismos que los transportan, puesto que la selección natural habría favorecido los genes que trabajan en conjunto. La respuesta del seleccionismo génico al problema del altruismo fue dada por William Hamilton en su concepto de *eficacia biológica inclusiva* [*inclusive fitness*].⁴ Williams y Dawkins reconocen esta noción al proponer que la eficacia biológica de un individuo no sólo debe medirse en términos de éxito reproductivo personal, sino también en el beneficio que pueda obtener de la reproducción de un tercero con el que comparta cierto porcentaje de su genotipo (Jaisson 2003, p. 48). Esta ampliación del concepto de eficacia biológica hizo posible que se pensarán los comportamientos altruistas dentro de la visión de la selección de genes. Sin entrar en mayores detalles acerca de los cálculos realizados, diremos que la reconceptualización de término *fitness* presentada por Hamilton, permite predecir que entre mayor porcentaje del genotipo compartan



los organismos, mayor facilidad hay de que evolucione un comportamiento altruista. Por ejemplo: los cuidados de las crías mayores a sus hermanos menores, tal como se ha observado en los chacales de Guadalupe (*Canis mesomelas*) se explicaría por qué cada hermano menor lleva el 50% de los genes de cada hermano mayor. Así un gen del hermano mayor tiene el 50% de probabilidades de encontrarse en el menor, una buena apuesta si

4 Hamilton introdujo la siguiente fórmula para recalcular la eficacia biológica: $Fx = Rx + \delta Ry \cdot Gxy$. Donde la eficacia biológica inclusiva, es igual a la eficacia biológica propia, sumado al producto del efecto de su altruismo sobre la reproducción de y multiplicado por el porcentaje de genes variables que posee en común con su beneficiario.

quiere asegurarse una propagación exitosa (Curtis y Barnes 2001, pp. 700 - 701).

El problema ontológico dentro del debate

En el contexto de esta controversia en la década de los ochenta, un filósofo de la biología propuso un derrotero a seguir. Dicho camino fue revisar las categorías en las que se había dividido el mundo natural, puesto que se habían establecido desde una perspectiva sincrónica⁵ (Okasha 2003), dejando de lado la perspectiva histórica. De esta manera se habían definido ciertos niveles dentro de la jerarquía biológica y a partir de allí se establecían las discusiones acerca de cuál era el nivel en el que la selección natural tomaba lugar. De manera curiosa los diferentes actores de la controversia se apoyaban en el carácter ontológico de los niveles de selección para justificar el que estaban interesados en presentar. Es decir el pretendido argumento ontológico justificaba las posiciones y dirimía las posibles diferencias: “Dawkins argues that from the point of view of selection, they are all [organismos y grupos] amorphous aggregates, as ephemeral as “clouds in the sky or dust-storms in the desert”, while Eldredge & Gould contend that they are all homeostatic systems, “amazingly well-buffered to resist change and maintain stability in the face of disturbing influences” (Hull 1980, p.315).

De esta manera la existencia de cada nivel y el tipo de jerarquías biológicas en que se inserta se convirtieron en un aspecto más del problema. Hull encuentra ilegítimas y arbitrarias las jerarquías establecidas. Las preguntas recu-

rrentes como: ¿qué tipo de cosas son los organismos?, ¿los grupos?, ¿los genes?, ¿qué características generales debe tener una entidad para ser objetivo de la selección natural? son consideradas por Hull como ontológicas. Esta problemática ontológica⁶ le agrega un nivel de dificultad mayor al problema: “One reason that the controversy over the levels at which selection takes place has remained so intractable is that some of the issues are basically metaphysical” (Hull 1984, p. 144).

Dado que entendemos el término ‘ontología’ como el estudio o la preocupación por lo que existe, aceptamos sin mayor miramiento la caracterización de Hull. Al preguntarnos qué entidades son seleccionadas por la selección natural debemos tener claro cuáles serán las opciones, es decir, cuáles entidades *existen* para este proceso. El primer paso para aclarar esa baraja de opciones es establecer unos criterios claros para justificar la *existencia* a ciertos niveles de la naturaleza.

La jerarquía tradicional tiene una génesis particular: nuestra percepción del mundo, percepción relativa a nuestro tiempo de duración, nuestro tamaño, etc. Hull sugiere el siguiente argumento para mostrarnos la debilidad de nuestra percepción:

“Given our relative size and duration, we can see the distance between organisms, their diversity and gradual replacement. However, the cells that comprise and organism are just as diverse and even more rapidly replaced. If we were the size of atoms, organisms would look like clouds of atoms,

5 Diferenciamos una perspectiva sincrónica de la diacrónica, en tanto la primera mira el fenómeno en su estado actual y la segunda se preocupa del carácter histórico y temporal del fenómeno a estudiar.

6 Hull se refiere al problema como metafísico, nosotros seguimos a Eldredge (1985) restringiéndolo a un problema ontológico, entendiendo el dominio ontológico como parte del dominio más amplio de la metafísica.

comprised mainly of empty space. If we were the size of planets, species would take on the appearance of giant amoebae, expanding and contracting over the face of earth" (Hull 1984, p. 144)

El argumento presentado por Hull al atacar los cimientos de la ontología usada en el debate por las unidades de selección tiene una gran importancia, pues implica dos puntos centrales para nuestro trabajo: a) la predicación de la existencia de estas categorías naturales se hacía sin el soporte necesario (el único: nuestra percepción) y se apoyaba en el criterio de la *individualidad*, b) la necesidad de la identificación de nuevas entidades que obedezcan a criterios más sólidos de existencia.

Lo individual como criterio de legitimación de un nivel de selección

Son numerosos los apartados en los que los biólogos usan indistintamente los términos *organismo* e *individuo*. Desde la propuesta darwiniana organismo se volvió sinónimo de individuo, dejando a los otros niveles por debajo o por encima, es decir o son partes de individuos (genes) o conglomerados de ellos (grupos). Hull señala que esta exclusividad del organismo en cuanto individuo es ilegítima y se soporta solo en nuestra percepción, sin lugar a dudas relativa, lo que la hace débil. Se caracteriza generalmente solo al organismo como individuo gracias a que en nuestras percepciones somos "prisioneros de nuestro tamaño" (Hull 1980, 313).

Así pues debe darse una definición de 'individuo' que no tenga que ver con nuestra percepción, Hull brinda la siguiente caracterización de 'individuo': "Any spatiotemporally entity that develops continuously through time, exhibits internal cohesiveness at any one time, and

is reasonably discrete in both space and time" (Hull, 1984, p.145).

Para que algo pueda ser seleccionado por la selección natural, ese algo tiene que ser un individuo. Esto es, debe cumplir con los rasgos dados por Hull para calificar como tal:

a) *Desarrollo continuo a través del tiempo*: la entidad que sea calificada como individuo debe existir al menos en un lapso continuo, entre t_1 y t_2 , de tal manera que pueda ser objetivo de la selección. De otro modo sería imposible. El individuo perteneciente al nivel de selección debe tener una temporalidad mínima.

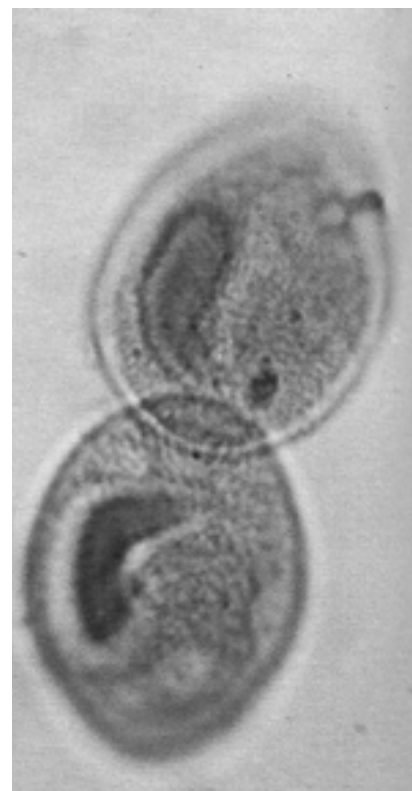
b) *Cohesión interna en todo momento*: la entidad debe ser una, aunque sea constituida por otros individuos o tenga diversos grados de organización. En algún sentido importante debe poder considerarse como un todo.

c) *Razonablemente discreta en espacio y tiempo*: la entidad debe poder diferenciarse de otras entidades, debe ser única, debe ser histórica, su ubicación espacio-temporal debe ser posible.

Esta caracterización de *individuo* es muy incluyente ya que estos tres requerimientos podrían aplicarse a entidades pertenecientes a diferentes niveles de la naturaleza. Genes, grupos definidos, organismos, incluso las mismas especies. El criterio de la individualidad es un buen primer paso para pensar en términos ontológicos el problema de los niveles de la jerarquía biológica.

La distinción entre procesos de replicación e interacción

Hull va más allá. Además de establecer criterios para la identificación de individuos reales, sugiere un cambio en la definición de Lewontin de un proceso evolutivo.



“The generality of the principles of natural selection means that any entities in nature that have variation, reproduction, and heritability may evolve” (Lewontin 1970, p.1). Hull critica la idea de que una unidad deba tener los tres rasgos señalados por Lewontin. En la pregunta por la ‘unidad de selección’ en ocasiones se confunde si la respuesta deba dar cuenta de la entidad que se replica a sí misma diferencialmente (el gen) o de la entidad que interactúa con el medio haciendo que la replicación sea diferencial (organismos, grupos, familias, etc.). En otros términos, hay dos procesos constitutivos de la selección natural, la replicación y la interacción, no es un solo proceso de ‘variabilidad heredable diferencialmente’, sino dos, por un lado la replicación diferencial de una entidad, que construye o de la cual emergen unidades de niveles superiores, y por el otro la interacción con el mundo (la lucha por la existencia darwiniana). Estos dos procesos están íntimamente relacionados por cuanto las entidades replicadoras son las mismas que interactúan y compiten en un contexto determinado, haciendo que su replicación sea diferencial. El problema es que cada uno de estos procesos podría ser explicado en términos de ‘unidades’ distintas dada la posible diferenciación funcional entre replicadores e interactores.

El cambio ontológico de Hull se fundamenta en dejar de establecer la ontología de la biosfera en nuestra observación, y en su lugar construir una a partir del rol funcional de estas entidades que permita dar cuenta del proceso de selección natural, entendido como dos procesos en uno. Como resultado, Hull propone las siguientes entidades:

Replicator: an entity that passes on its structure directly in replication

Interactor: an entity that directly interacts as a cohesive whole with its environment in such a way that replication is differential (Hull 1980, p. 318)

Sobre el replicador

El término ‘replicador’ fue tomado por David Hull de Richard Dawkins quien siguiendo a George Williams (1966) propone el gen como unidad de selección por excelencia, (Dawkins 1976/1999). Hull recoge la definición de “replicador”, sin por ello defender la selección génica sino para caracterizar la entidad replicadora de un proceso evolutivo (recuérdese que las categorías de Hull son funcionales y no estructurales). Dawkins señaló que en la historia del planeta “At some point a particularly remarkable molecule was formed by accident. We will call it the Replicator. It may not necessarily have been the biggest or the most complex molecule around, but it had the extraordinary property of being able to create copies of itself” (Dawkins 1976/1999, p. 16).

Un replicador, ya lo hemos dicho, es una entidad cuya naturaleza le permite hacer copias de sí misma. Robert Aunger (2002) provee cuatro características que debe cumplir la relación entre una copia y su origen para ser considerada replicación en pleno derecho:

“Causation: the source must be causally involved in the production of the copy

Similarity: The copy must be like its source in relevant respects

Information transfer: The process that generates the copy must obtain the information that makes the copy similar to its source from the same source, and

Duplication: During the process, one entity must give rise to two (or more)”

(Aunger 2002, p. 74)

Ahora bien, asumamos que tenemos dos entidades cualesquiera, donde la segunda es producida por la primera; si se dan las siguientes condiciones podemos hablar de un genuino proceso de replicación: 1. el proceso de producción de la segunda entidad depende causalmente de la primera, 2. las dos entidades tienen rasgos relevantes realmente similares, 3. las semejanzas entre la una y la otra obedecen a una transferencia de información.

Sobre el interactor

El interactor es la entidad protagonista del segundo proceso constitutivo de la selección natural. Darwin (1958) advirtió que las relaciones entre el organismo y su entorno eran determinantes para los procesos evolutivos, la suma de estas relaciones fue lo que llamó la “lucha por la existencia” como él mismo lo reconoce en “un sentido amplio y metafórico”. Estas relaciones pueden definirse como “la dependencia de un ser respecto a otro y –lo que es más importante– incluye no sólo la vida del individuo, sino también el éxito al dejar descendencia” (Darwin 1859/1958, p. 75). Con la expresión “dependencia de un ser a otro” Darwin se refirió a las relaciones existentes entre un organismo y los diversos elementos de la naturaleza, las condiciones del entorno, el clima, otros organismos de la misma u otra especie, etc.

El interactor es la entidad que participa en los procesos, tensiones y relaciones constitutivas de la lucha por la existencia darwiniana. El interactor es una entidad de un nivel superior que se ha producido gracias a los poderes causales de los replicadores. Es por eso que del éxito o de la calidad de su interacción depende la replicación de los replicadores que lo han constituido. Desde una perspectiva diacrónica, se puede establecer una relación de temporalidad entre la aparición de los dos tipos de

entidades ya que en la historia de la vida sobre la tierra, “[luego de la aparición de] sistemas autorreplicantes [...] la evolución no se detuvo ahí, sino que fue elaborando otras unidades, alejando a las primeras de una interacción directa con el ambiente exterior” (Andrade 2003, p. 215). Sobre la emergencia de interactores a partir de replicadores nos referiremos en el tercer apartado.

La noción de interactor equivale a las *máquinas de supervivencia* (Dawkins 1976/1999), y *vehículo* (Dawkins 1984) con las que Dawkins ha insistido en el carácter emergente de las entidades de interacción: “Replicators began not merely to exist, but to construct for themselves containers, vehicles for their continued existence. The replicators which survived were the ones which built survival machines for themselves to live in. But making a living got steadily harder as new rivals arose with better and more effective survival machines” (Dawkins 1976/1999, p. 21)

Si vemos entonces la selección natural como un proceso de dos pasos, protagonizado por dos entidades distintas, entonces la selección natural se redefine como: “a process in which the differential extinction and proliferation of interactors cause the differential perpetuation of the replicators that produced them” (Hull 1980, p. 318).

A partir de las reflexiones de Hull que se han presentado en este capítulo se siguen dos cuestiones:

- d) la jerarquía biológica que establecemos, los cimientos de nuestras pautas de ontologización (en ausencia de una palabra mejor) del mundo viviente deben ser revisadas en aras de aclarar el problema de los niveles de selección, seguramente como resultado tendremos un cambio en la jerarquía establecida.



- e) al separar los procesos de replicación e interacción se hace evidente que el proceso de selección natural implica al menos dos niveles distintos (lo que no significa afirmar que se seleccionan en dos niveles), esto es, la variabilidad ocurre en un nivel y la interacción de los resultados de estas variables en otro. A su vez, cabe la posibilidad de que la interacción de entidades a diferentes niveles afecten la replicación diferencial, dejando la puerta abierta a las teorías jerárquicas de la evolución o de selección multi-nivel.

El problema de los niveles de selección tiene numerosas aristas y aquí se ha elegido uno de los caminos de análisis, el ontológico. Los problemas que hemos identificado nos llevan a interrogarnos sobre la relación entre los diversos niveles de la jerarquía biológica. Si aceptamos la posibilidad de que la selección natural (como importante motor de la evolución biológica) intervenga en más de uno de los niveles, como se desprende de la abstracción de los principios darvinianos al modo de Hull, entonces ¿cómo configurar dicha jerarquía?

Jerarquías biológicas

De acuerdo con esta discusión, encontramos que es importante el establecimiento de una jerarquía biológica según criterios diferentes a los enunciados por Hull (1980, 1984). El pensamiento jerárquico se hace indispensable si queremos formarnos una visión global de los fenómenos ocurridos en la historia de la vida sobre la tierra. Entender la jerarquización y los procesos que explican la emergencia de los diferentes niveles nos brinda una perspectiva diacrónica del problema. Una perspectiva de tales características nos impedirá caer en

el error de pensar el estado actual de la organización biológica como algo estático y dado. Ya que

“the biological hierarchy is itself the product of evolution - entities further up the hierarchy, such as multi-cellular organisms, have obviously not been there since the beginning of life on earth. The same is true of cells and chromosomes. So ideally, we would like an evolutionary theory which explains how lower-level entities became aggregated into higher-level entities, e.g. how independent genes joined up to form chromosomes, how organelles came to be incorporated in to prokaryotic cells to form eukaryotic cells, how single-celled organisms gave rise to multi-cellular ones, how solitary insects came to form integrated colonies, and so-on.” (Okasha, 2003)

Al tratar la biosfera de manera que nos permita evidenciar las relaciones existentes entre diversos niveles podremos tener una mirada global, una teoría evolutiva más completa, como lo señala Okasha. Así pues, la importancia del pensamiento jerárquico es evidente.

¿Qué es una jerarquía?

El término “jerarquía” aparece por primera vez en los textos de Pseudo-Dionisio en el siglo sexto, quien lo utilizó para designar las relaciones entre los diferentes niveles de las órdenes cristianas y las reglas sagradas (Korn 1999, p. 54), en esas jerarquías la noción de rango es muy importante, cada grado superior en la jerarquía tiene más poder que los precedentes, así un sacerdote tiene más rango que un diácono pero menos que un obispo.

Las jerarquías que se muestran en la biosfera son de un tipo dis-

tinto. Son *jerarquías inclusivas*. Es decir, de arriba hacia abajo los niveles biológicos contienen a otros: una población tiene un número determinado de organismos, un organismo por su parte contiene un número determinado de órganos, cada uno de estos órganos contiene tejidos, los tejidos a las células, las células a los organelos y así hacia abajo. Lo diremos en términos más formales:

Una jerarquía inclusiva consiste en una serie de niveles (N) tal que cada uno contiene al menos una, pero generalmente varias entidades de niveles inferiores (N_{n-1}).⁷ La única excepción la constituye el nivel más bajo de la jerarquía.⁸

Esta definición es lo suficientemente general como para describir cualquier jerarquía inclusiva que encontremos. Pero también lo suficientemente austera como para definir *a posteriori* el criterio que se usará para separar o definir los niveles que utilizaremos.

Las relaciones existentes entre los diferentes niveles de una jerarquía dependen del criterio que utilizemos para predicar la existencia de estos, es decir, si establecemos una jerarquía basados en un criterio de obediencia (como en el caso de las órdenes religiosas), pues las relaciones serán de determinación en una sola dirección desde arriba hacia abajo. Si nos encontramos con una jerarquía cuyos niveles están establecidos de otras maneras, estas relaciones cambiarán.

Andrade (2003, p. 217) ha señalado algunas características propias de este tipo de jerarquías; por el momento nos interesan tres:



1. En cada tipo de jerarquía se dan unidades contenidas dentro de las otras. A partir de cualquier nivel las escalas aparecen en ambas direcciones: hacia “arriba” y hacia “abajo”.
2. Las variaciones producidas en los niveles inferiores son susceptibles de amplificación. La amplificación es necesaria para

⁷ Esta descripción se basa en la realizada por Eldredge (1985, p. 140); se le han hecho modificaciones toda vez que no se quiere comprometer con la noción de individualidad, presentada allí por Eldredge, en todos los niveles de la biosfera.

⁸ Dado que estamos hablando en términos formales de maneras de jerarquización, esta descripción no se compromete con ninguna afirmación de contenido acerca de cómo son realmente los sistemas biológicos. Así, hablar de un “nivel más bajo de la jerarquía” no es comprometerse con un atomismo en la naturaleza o una descomposición sin límite.

entender cómo una parte (nivel inferior) puede llegar a afectar al todo (nivel superior).

3. Los niveles superiores restringen el comportamiento, la proliferación y los grados de libertad de los niveles inferiores.
4. Cada nivel tiene características únicas, aunque entre niveles diferentes se dan analogías entre procesos. De abajo hacia arriba un proceso de aleatorización y de arriba hacia abajo de determinación.

Si bien el punto 1 da cuenta del carácter inclusivo propio de las jerarquías biológicas que pueden ser importantes para los procesos evolutivos, el punto 2 puede ser entendido como una generalización de algo que habíamos revisado en el apartado anterior en el caso de los replicadores y los interactores. En ese caso, los replicadores surgen como entidades cuyo rol funcional es el interactuar en un ambiente local, pero las capacidades, características, desventajas, etc. de cada interactor particular dependían de la información contenida en los replicadores. Así los replicadores por fuerza son entidades inferiores en la jerarquía, y sus variaciones se amplifican, impactan e influyen en la manera de ser de los interactores. La relación entre replicadores e interactores se describe de algún modo en el punto número 2 de la caracterización de Andrade. Por otro lado, la manera en que dicha amplificación ocurre, o en otras palabras, la manera en la que las variaciones de un nivel inferior modifican el nivel superior debe ser objeto de estudio de las disciplinas particulares,⁹ ya que este nivel de análisis es abstracto.

Respecto al punto 4 diremos que la independencia ontológica, es decir, la existencia diferenciada de cada nivel, hace que tenga sentido la distinción de niveles. Si bien existen relaciones de los niveles altos hacia los bajos, incluso pudiendo existir co-dependencia, cada nivel tiene una existencia tal que hace que tengan características muy diversas.

Como lo hemos señalado anteriormente, la diferenciación en las características propias de cada nivel depende del criterio que usemos para identificar diversos niveles en la jerarquía. En el segundo apartado se defendió que el criterio clásico para la jerarquización de la biosfera (gen, organismo, grupo) fue la percepción, y también señalamos los problemas que eso traía consigo. Así pues en una jerarquía como aquella, las características que podemos señalar como diferenciadoras son por fuerza características observacionales. Podemos resaltar los diferentes tamaños, de qué manera unos y otros parecen más cohesionados, sus medidas, la cantidad de aparición, etc. Llamaremos a estas características *estructurales*. En últimas es la cohesión interna dentro de un contexto funcional la que justifica la caracterización ontológica del nivel en cuestión.

En este punto la identificación de entidades biológicas importantes para los procesos evolutivos, como el replicador y el interactor, toma un renovado sentido de importancia. Hull identifica a estas entidades por su *rol funcional* dentro del proceso (replicación diferencial e interacción con el medio, respectivamente). Estas entidades no tienen definidos un sustrato, ni una estructura, así en el momento en que encontremos una

entidad que cumpla con alguno de los roles funcionales mencionados en los apartados 2.2.1 y 2.2.2. será un replicador o un interactor.

Apuntes finales

En estos últimos párrafos, y a guisa de conclusión, sintetizaremos lo revisado en los capítulos anteriores.

En primer lugar tenemos que la discusión acerca de los niveles de selección que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XX partía del estudio de una jerarquía dada. Tenía una visión sincrónica de la naturaleza (no tenía en cuenta el factor temporal, la existencia reciente o no de distintos niveles en la naturaleza) lo cual hacía de dicha jerarquía conceptualmente débil. Esta discusión era problemática porque si no se tienen claros los criterios de existencia de las entidades con las que se trabaja, es muy fácil caer en errores ontológicos.

El filósofo David Hull hizo ver el problema ontológico que subyacía a la discusión acerca de los niveles de selección. A partir de entonces se comenzó a debatir explícitamente la existencia de las entidades de los diferentes niveles, su carácter de individuos o clases, la calidad de los criterios para decidir o no su existencia; asuntos que desde todo punto de vista son problemas ontológicos en pleno derecho. Lo que puede concluirse de esta manera de abordar el problema, es que se hace urgente el cambio o la reelaboración de la ontología de la discusión, este cambio conceptual se lleva a cabo si se establece una nueva manera de jerarquizar al mundo viviente, al considerar que las entidades de esas jerarquías participan de los procesos evolutivos.

⁹ He aquí otra posible justificación para la urgencia de la interdisciplinariedad. Pues para estudiar fenómenos ocurridos en dos niveles distintos de una jerarquía muchas veces se encontrará que el campo de estudio limitado de una disciplina se queda corto para el análisis multi-nivel

Se ha expuesto lo que se ha llamado el pensamiento jerárquico, qué es una jerarquía, cómo funciona, con el ánimo de rescatar el valor de este tipo de categorías a la hora de un análisis más completo de la historia del mundo viviente. Su relevancia es muy importante para la visión diacrónica de la naturaleza, visión que encontramos más satisfactoria porque brinda herramientas para dar cuenta de una mayor cantidad de fenómenos. La pertinencia de su exposición se debe a que avanza en la definición de criterios de existencia más sólidos para los diferentes niveles ¿Cuáles son estos criterios sólidos? Aquellos que justifiquen la existencia de niveles jerárquicos, no por la manera como aparecen en nuestro modo de ver el mundo, sino por la forma como funcionan y el papel que desempeñan en los procesos evolutivos. Estos criterios son más incluyentes y permiten no viciar el análisis con nuestra percepción relativa. De esta manera se puede mostrar cómo es posible la reelaboración de las jerarquías, incluso utilizando términos o categorías biológicas ya conocidas.

Lo importante de un análisis ontológico a cuestiones de discusión científica de este tipo es que una limpieza de los conceptos con los que se trabaja hace que la resolución del problema se encuentre cada vez más cerca. El establecimiento de los criterios que se han discutido es una manera de poner las reglas de juego en orden. Así podemos ingresar en un terreno firme a discutir en cuál o cuáles de esos niveles actúa la selección natural. ⚙

Bibliografía

- Andrade, Eugenio (2003): *Los demonios de Darwin*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Aunger, Robert (2002): *The Electric Meme*, The Free Press. New York.
- Dawkins, Richard (1976/1999): *The Selfish Gene*, Oxford University Press. New York.

- Darwin (1859/1983): *El Origen de las Especies*, Sarpe, Madrid.
- Curtis, H. y Barnes (2001): *Biología. Sexta Edición*, Editorial Médica Panamericana, Bogotá.
- Depew, D. y Grene, M. (2004): *The Philosophy of biology. An episodic history*, Cambridge University Press, New York.
- Eldredge, N (1985) *Unfinished Synthesis. Biological Hierarchies and Modern evolutionary Thought*. Oxford U.P.
- Hull, D. (1980): "Individuality and Selection" en *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol. 11, pp. 311 - 332
- Hull, D. (1984): "Units of evolution: A metaphysical Essay" en Brandon, R. y Burian, R. (eds.) *Genes, Organisms, Populations*, Massachusetts, The MIT Press.
- Jaisson, P. (2003): *La hormiga y el sociobiólogo*, Fondo de Cultura Económica, México D. F.
- Keller, L. y Reeve, H. (1999): "Levels of selection: Burying the Units-of-Selection Debate and Unearthing The Crucial New Issues" en Keller, L. y Reeve, H. (eds.) *Levels of Selection in Evolution*, Princeton, Princeton University Press.
- Korn, Robert (1999): "Biological organization: A New Look at an Old Problem" en *BioScience*, Vol. 49, No. 1
- Lewontin, R. (1970): "The Units of Selection" en *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 1, pp. 1 - 18.
- Mayr, Ernst (1988): "An analysis of the concept of Natural Selection" en *Toward a new Philosophy of Biology. Observations of an Evolutionist*. Harvard University Press. Massachusetts.
- Mayr, E. (1998): *Así es la biología*, Editorial Debate, Madrid.
- Okasha, S. (2003): "Recent work on the Levels of Selection Problem" en *Human Nature Review*, vol. 3, pp. 349-356
- Szathmáry, E (1999): "The First Replicators" en Keller, L. y Reeve, H. (eds.) *Levels of Selection in Evolution*, Princeton, Princeton University Press.
- Sober, E. y Wilson, D.. (1994): "A Critical review of philosophical work on the units of selection problem" en *Philosophy of Science*, Vol. 61, No. 4, pp. 534 - 555